

# Software ECHO

## Requisiti acustici passivi e classificazione acustica

aggiornato al 05.06.2020



## Introduzione

ECHO è il software di acustica edilizia della suite ANIT.

Analizza i requisiti acustici passivi degli edifici del [DPCM 5-12-1997](#), la [classe acustica delle unità immobiliari](#) (definita nella norma UNI 11367) e le caratteristiche acustiche interne degli ambienti confinati (UNI 11532).

La versione 8.1 è stata sviluppata per rispondere anche alle richieste del [Decreto Criteri Ambientali Minimi](#) e recepire le indicazioni della UNI 11532-2 (Caratteristiche acustiche interne delle scuole)

Il file di installazione può essere scaricato dal link: <https://www.anit.it/echo/>

Il software è stato sviluppato per i Soci ANIT, che possono installarlo su 3 computer. Altri utenti possono scaricare e testare il programma per 30 giorni.

## Campi di applicazione

ECHO permette di valutare:

- Il [potere fonoisolante apparente](#) ( $R'_w$ ) di pareti e solai
- L'[isolamento acustico delle facciate](#) ( $D_{2m,nT,w}$ )
- Il [livello di rumore di calpestio](#) in un ambiente abitativo ( $L'_{n,w}$ )
- Il [tempo di riverbero](#) ( $T$ ) degli ambienti abitativi,
- La [classe acustica](#) delle singole unità immobiliari (UNI 11367)
- L'[isolamento acustico normalizzato tra ambienti adiacenti](#) ( $D_{nT,w}$ )
- L'indice di trasmissione del parlato (**STI - Speech Transmission Index**)
- La chiarezza ( $C_{50}$ )

Inoltre consente di analizzare:

- Il potere fonoisolante "di laboratorio" di una stratigrafia ( $R_w$ )
- L'incremento di potere fonoisolante di strati di rivestimento interni ed esterni ( $\Delta R_w$ )
- La riduzione di livello di calpestio determinata da un massetto galleggiante o a secco ( $\Delta L_w$ )
- Il livello di rumore di calpestio tra ambienti adiacenti (in orizzontale) ( $L'_{n,w}$ )
- Il potere fonoisolante minimo dei serramenti ( $R_w$ ) necessario per rispettare una prescrizione di isolamento di facciata
- L'influenza dei materiali sigillanti dei serramenti sull'isolamento di facciata
- Il potere fonoisolante medio di strutture composte da più elementi ( $R_{w\_medio}$ )
- L'isolamento acustico tra due ambienti collegati tramite porte
- Le trasmissioni sonore laterali tra ambienti attraverso corridoi o altri percorsi "aerei"

## Norme di calcolo di riferimento

### UNI EN ISO 12354 (2017)

Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti

- Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti
- Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti
- Parte 3: Isolamento acustico dal rumore proveniente dall'esterno per via aerea

### UNI TR 11175 (2005)

Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale

### UNI 11367 (2010)

Classificazione acustica delle unità immobiliari. Procedura di valutazione e verifica in opera

### UNI 11532

Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinanti

- Parte 1: Requisiti generali (2018)
- Parte 2: Settore scolastico (2020)

## Archivi

Il software ospita una cospicua banca dati di materiali per l'edilizia di fonte normativa.

		Descrizione	Spessore [cm]	Massa superficiale	$R_w$ [dB]
1		Parete mattoni pieni 12 cm	12,0	260,0	43,0
2		Parete blocchi semipieni laterizio alleggerito 12 cm intonacata su un lato	13,5	155,0	43,0
3		Parete blocchi semipieni laterizio alleggerito 30 cm intonacata	33,0	360,0	46,0
4		Parete blocchi semipieni laterizio alleggerito 30 cm intonacata	33,0	285,0	46,0
5		Parete blocchi semipieni laterizio alleggerito 35 cm intonacata	38,0	345,0	47,0
6		Parete blocchi semipieni laterizio alleggerito 30 cm intonacata	33,0	280,0	48,0
7		Parete blocchi semipieni laterizio alleggerito 25 cm intonacata	29,0	400,0	49,0

La banca dati è aperta: si possono aggiungere manualmente prodotti ed elementi costruttivi. Inoltre dal [sito ANIT](#) si possono scaricare e importare banche dati **realizzate da Aziende associate ANIT**.

## Collegamento con altri software

ECHO può essere utilizzato in coordinamento con il [software PAN](#) della suite ANIT.

## Esempi di calcolo e tutorial

Sul sito di ANIT sono scaricabili degli [esempi di calcolo](#) e [video tutorial](#) per l'impiego del software.

## Relazione di stampa

I risultati dei calcoli possono essere salvati sotto forma di relazione tecnica in formato .pdf o .rtf.

## Requisiti di sistema

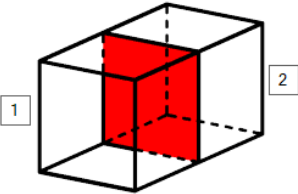
Il software è utilizzabile su PC con sistema operativo Windows da 2007 (SP1) a 2010 ed è strutturato per lavorare in locale e non in rete.

## Esempi di applicazione

### Calcolo $R'_w$ parete divisoria

Prima schermata – Definizione degli elementi costruttivi

Descrizione  
Esempio 01













Selezione elementi Selezione giunti Risultati

Seleziona elemento  
Visualizza stratigrafia

Tipo di elemento  
Parete utente

Descrizione  
Parete divisoria - Esempio 01

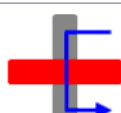
Rw 56,0 dB  
Massa superficiale 285,0 kg/m<sup>2</sup>  
Area del divisorio 14,85 m<sup>2</sup>

			Descrizione	MassaSup [kg/m <sup>2</sup> ]	Rw [dB]	Strato addizionale	DRw [dB]	Strati addizionali	Strati addizionali
S		Inserisci elemento	Parete divisoria - Esempio 01	285,0	56,0		0,0	Inserisci lato emittente	Calcola
							0,0	Inserisci lato ricevente	Calcola
1		Inserisci elemento	Parete A - UNI TR 11175	252,0	48,0		0,0	Inserisci	Calcola
2		Inserisci elemento	Solaio D - UNI TR 11175	261,0	46,0	Massetto E - UNI TR 11175	9,0	Inserisci	Calcola
3		Inserisci elemento	Parete B - UNI TR 11175	185,0	48,0		0,0	Inserisci	Calcola
4		Inserisci elemento	Solaio D - UNI TR 11175	261,0	46,0		0,0	Inserisci	Calcola
5		Inserisci elemento	Parete A - UNI TR 11175	252,0	48,0		0,0	Inserisci	Calcola
6		Inserisci elemento	Solaio D - UNI TR 11175	261,0	46,0	Massetto E - UNI TR 11175	9,0	Inserisci	Calcola
7		Inserisci elemento	Parete B - UNI TR 11175	185,0	48,0		0,0	Inserisci	Calcola
8		Inserisci elemento	Solaio D - UNI TR 11175	261,0	46,0		0,0	Inserisci	Calcola

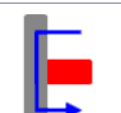
## Seconda schermata – Definizione dei giunti tra elementi costruttivi

Selezione elementi | Selezione giunti | Risultati

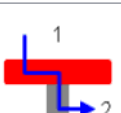
Giunti in edifici pesanti
  Giunti in edifici in CLT
  Giunti in edifici leggeri
  Dati di laboratorio



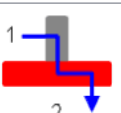
Croce



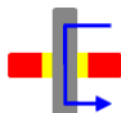
T (caso A)



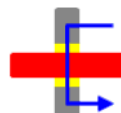
T (caso B)



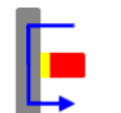
T (caso C)



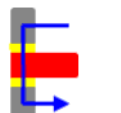
Croce con strati flessibili (caso A)



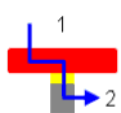
Croce con strati flessibili (caso B)



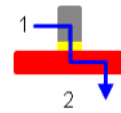
T con strati flessibili (caso A)



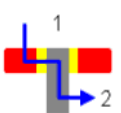
T con strati flessibili (caso B)



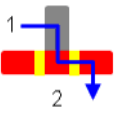
1 2



1 2



1 2



1 2

		M	K <sub>j</sub> /D <sub>v,j,n</sub>
▶ 1-5		0,05	6,47
2-6		0,04	6,25
3-7		0,19	8,55
4-8		0,04	9,36
1-S		0,05	5,72
2-S		0,04	5,71
3-S		0,19	5,90
4-S		0,04	8,71
S-5		-0,05	5,72
S-6		-0,04	5,71
S-7		-0,19	5,90
S-8		-0,04	8,71

	Lato		Tipo di collegamento	Lunghezza [m]	Rigidità dinamica [MN/m <sup>2</sup> ]	Carico sul materiale resiliente [kN/m <sup>2</sup> ]	Delta I [dB]
▶ 1-5		Inserisci	A T (caso A)	2,7	-	-	-
2-6		Inserisci	A T (caso A)	5,5	-	-	-
3-7		Inserisci	A T (caso A)	2,7	-	-	-
4-8		Inserisci	A croce	5,5	-	-	-

## Terza schermata - Risultati

Selezione elementi | Selezione giunti | Risultati

R <sub>ij</sub> - Potere fonoisolante per trasmissione laterale relativo al percorso ij			
Percorso		Tipo di collegamento	R <sub>ij</sub> [dB]
▶ S			56,00
1-5		A T (caso A)	61,87
2-6		A T (caso A)	70,06
3-7		A T (caso A)	63,95
4-8		A croce	59,68
1-S		A T (caso A)	65,12
2-S		A T (caso A)	70,02
3-S		A T (caso A)	65,30
4-S		A croce	64,02
S-5		A T (caso A)	65,12
S-6		A T (caso A)	70,02
S-7		A T (caso A)	65,30
S-8		A croce	64,02

Indice di valutazione

R' <sub>w</sub> **51,6** dB    Valore limite **50** dB

Incertezza **1,52** dB    [Visualizza coefficienti di sensibilità](#)

Destinazione d'uso  
 Edifici adibiti a residenza

# Calcolo $D_{2m,nT,w}$ – Isolamento acustico di facciata

Descrizione

Esempio 02

Elementi che compongono la facciata

Nuovo elemento opaco	Nuovo serramento	Nuovo piccolo elemento	Nuovo giunto sigillato	Aggiungi da archivio
Descrizione	Rw/Dnew/Rs [dB]	Area [m <sup>2</sup> ] / Lunghezza [m]		
1 Parete facciata	48,0	8,84	Elimina	Duplica
2 Serramento	37	2	Elimina	Duplica

Trasmissioni laterali

- Elementi di facciata non connessi
- Elementi di facciata pesanti con giunti rigidi

Correzione K **2** dB

Foma di facciata

$\Delta L_{fs}$  **0** dB

Calcola

Risultati

Area totale **10,84** m<sup>2</sup>

Volume dell'ambiente **45** m<sup>3</sup>

$R'_w$  **41,0** dB

$D_{2m,nT,w}$  **42,4** dB

Valore limite **40** dB

Destinazione d'uso

Edifici adibiti a residenza

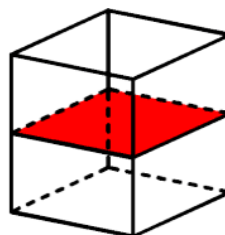
Calcolo di Rw minimo dei serramenti

# Calcolo $L'_{n,w}$ – Livello di rumore da calpestio

Prima schermata – Definizione degli elementi costruttivi

Descrizione

Esempio 03



Selezione elementi Selezione giunti Risultati

Selezione elemento

Tipo di elemento

Descrizione

Massa superficiale **270,0** kg/m<sup>2</sup>

Rw **48,0** dB

Visualizza stratigrafia

Solaio utente

Solaio laterocemento

$L_{n,eq,w}$  **78,9** dB

Area del pavimento

**16** m<sup>2</sup>

			Struttura di base	MassaSup [kg/m <sup>2</sup> ]	$L_{n,eq,0,w}$ [dB]	Rw [dB]	Strato addizionale	DLw [dB]	DRw [dB]	Strati addizionali	Strati addizionali
▶ S		Inserisci elemento	Solaio laterocemento	270,0	78,9		Massetto galleggiante	26,4		Inserisci lato superiore	Calcola
								0,0		Inserisci lato inferiore	Calcola
1		Inserisci elemento	Parete blocchi semipieni laterizio alleggerito 30 cm intonacata	285,0							
2		Inserisci elemento	Parete blocchi semipieni laterizio alleggerito 30 cm intonacata	285,0							
3		Inserisci elemento	Parete laterizi forati 8 cm intonacata	89,6							
4		Inserisci elemento	Parete laterizi forati 8 cm intonacata	89,6							
5		Inserisci elemento	Parete blocchi semipieni laterizio alleggerito 30 cm intonacata	285,0		46,0			0,0	Inserisci	Calcola
6		Inserisci elemento	Parete blocchi semipieni laterizio alleggerito 30 cm intonacata	285,0		46,0			0,0	Inserisci	Calcola
7		Inserisci elemento	Parete laterizi forati 8 cm intonacata	89,6		39,0			0,0	Inserisci	Calcola
8		Inserisci elemento	Parete laterizi forati 8 cm intonacata	89,6		39,0			0,0	Inserisci	Calcola

## Seconda schermata – Definizione dei giunti tra elementi costruttivi

Selezione elementi Selezione giunti Risultati

Giunti in edifici pesanti
  Giunti in edifici in CLT
  Giunti in edifici leggeri
  Dati di laboratorio

		M	K <sub>j</sub> /Dv <sub>jv,n</sub>
S-1		0,02	5,70
S-2		0,02	5,70
S-3		-0,48	10,01
S-4		-0,48	10,01

	Lato	Inserisci	Tipo di collegamento	Lunghezza [m]	Rigidità dinamica [MN/m <sup>2</sup> ]	Carico sul materiale resiliente [kN/m <sup>2</sup> ]	Delta I [dB]
S-1		Inserisci	A T (caso A)	4	-	-	-
S-2		Inserisci	A T (caso A)	4	-	-	-
S-3		Inserisci	A croce	4	-	-	-
S-4		Inserisci	A croce	4	-	-	-

## Terza schermata - Risultati

Selezione elementi Selezione giunti Risultati

L<sub>j</sub> - Livello di rumore da calpestio per trasmissione laterale relativo al percorso i-j

Percorso	Icona	Tipo di collegamento	L <sub>j</sub> [dB]
Diretto			52,55
S-1		A T (caso A)	41,82
S-2		A T (caso A)	41,82
S-3		A croce	41,02
S-4		A croce	41,02

Indice di valutazione

L' <sub>n,w</sub> **53,7** dB Valore limite **63** dB

Incertezza **2,96** dB [Visualizza coefficienti di sensibilità](#)

Destinazione d'uso  
Edifici adibiti a residenza

# Calcolo Tempo di riverberazione e STI

## Prima schermata – Definizione delle prescrizioni

Descrizione:  Volume dell'ambiente:  m<sup>3</sup>

Prescrizioni: **Tempo di riverberazione** | STI

DPCM 5/12/97 - Limiti di legge

Edificio scolastico   
  Aula   
 T calcolato valore medio 250 Hz - 2000 Hz:  s  
 Palestra   
 Verifica limite non prevista  
 Altro ambiente  
 Altra destinazione d'uso

UNI 11532 - CAM - Edifici scolastici

Senza impianto di amplificazione o con impianto spento   
  Con impianto di amplificazione

T ottimale:  s   
 STI minimo:    
 C50 minimo:  dB  
 ambiente occupato all'80%   
 ambiente arredato con due persone al massimo

UNI 11367 - T ottimale e massimo

Ambiente adibito a:

Ascolto del parlato (50-2000 m<sup>3</sup>)   
 T ottimale 500 Hz - 1000 Hz (ambiente non occupato):  s  
 Attività sportive (2000-10000 m<sup>3</sup>)   
 T massimo 250 Hz - 4000 Hz (ambiente non occupato):  s  
 Altre attività

## Seconda schermata – Calcolo T

Descrizione:  Volume dell'ambiente:  m<sup>3</sup>

Prescrizioni: **Tempo di riverberazione** | STI

Definizione superfici ed elementi

Descrizione	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
1 Pannello in poliuretano espanso 25mm	0,15	0,2	0,4	0,75	0,95	1
2 Pannello in poliuretano espanso 5 mm	0,05	0,05	0,1	0,2	0,45	0,85
3 Pannello in poliuretano espanso 15 mm	0,1	0,15	0,25	0,5	0,75	0,92
4 Pannelli in lana di legno di abete e cemento portland sp. 25 mm in aderenza	0,08	0,11	0,18	0,5	0,8	0,72

Area:  m<sup>2</sup>    Superfici/elementi utente    Aggiungi

Coefficienti di assorbimento

Tabella riassuntiva

Descrizione	Area/Nr	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
Calcestruzzo, mattoni intonacati	89,4	0,894	0,894	0,894	1,788	1,788	2,682
Calcestruzzo, mattoni intonacati	51	0,51	0,51	0,51	1,02	1,02	1,53
Marmo, piastrelle smaltate, calcestruzzo liscio, o pavimento alla veneziana	51	0,51	0,51	1,02	1,02	1,02	1,02
Finestre, fasciata di vetro	8,8	1,056	0,704	0,44	0,352	0,264	0,176
Porte (legno)	3,4	0,476	0,34	0,272	0,272	0,272	0,272
Sedia singola imbottita	25	2,5	5	6,25	7,5	8,75	8,75
Pannello in poliuretano espanso 25mm	51	7,65	10,2	20,4	38,25	48,45	51

Area totale:  m<sup>2</sup>    Elimina

Tempo di riverberazione

T calcolato (solid black line)  
 T ottimale UNI 11367 (green dashed line)    Valore massimo (green solid line)  
 T ottimale UNI 11532 (red dashed line)    Intervallo di conformità (red solid line)

## Terza schermata – Calcolo STI

Descrizione

Volume dell'ambiente  m<sup>3</sup>

Prescrizioni

Dati in ingresso

Tempo di riverberazione

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
▶ T [s]	2.10	1.57	0.96	0.57	0.46	0.44	0.44

Metodo di calcolo

- Campo riverberato diffuso con contributo del suono diretto trascurabile  
 Campo riverberato diffuso e contributo del suono diretto

Parlatore

Maschio     Femmina

Sforzo vocale

Livello di pressione sonora a 1 m  dBA



Direttività della sorgente

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Q	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
▶ ID	2	2	2	2	2	2	2

Livello del rumore di fondo

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
▶ Ln [dB]	25	25	25	25	25	25	25

Chiarezza

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
▶ C50	-4.09	-2.58	0.24	3.75	5.36	5.88	5.88

C50 medio

C50 minimo



Distanza critica

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
▶ r <sub>c</sub> [m]	0.52	0.60	0.77	1.00	1.11	1.14	1.14
5r <sub>c</sub> [m]	2.61	3.01	3.86	5.01	5.55	5.72	5.72

Livello del parlato

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
▶ Ls, 1m [dB]	62.9	62.9	59.2	53.2	47.2	41.2	35.2
Lsr [dB]	66.6	65.3	59.4	51.2	44.3	38.0	32.0
Lsd [dB]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Vedi dettagli

Indice di trasferimento della modulazione

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
▶ MTI	0.42	0.49	0.59	0.71	0.74	0.70	0.60

Indice di trasmissione del parlato

STI

STI minimo

Qualità del parlato in accordo con CEI EN60268-16